

Оптимизация и повышение эффективности эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН

Малыхин Игорь Александрович, директор ООО НПФ «Модуль»
Сизов Леонид Александрович, заместитель директора по новым технологиям ООО НПФ «Модуль»

Аннотация

Применение устьевого струйного устройства с целью снижения давления попутного нефтяного газа в затрубном пространстве скважин, оборудованных УЭЦН, позволяет получать дополнительную добычу нефти и газа, стабилизировать работу насосной установки, улучшить экологическую обстановку на месторождениях.

Ключевые слова

устьевое струйное устройство (УСУ), скважина, электроцентробежный насос (ЭЦН), затрубное давление, попутный нефтяной газ (ПНГ), устьевая арматура, линейное давление, динамический уровень, геолого-технические мероприятия (ГТМ)

На работу установки ЭЦН влияет достаточно большое количество факторов как технологического, так и геологического характера. Если рассматривать по степени влияния, то можно отметить, что электроцентробежные насосы наиболее чувствительны к наличию в откачиваемой жидкости свободного газа. На практике при эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН, величина давления на приеме погружного насоса всегда меньше величины давления насыщения, что заранее предопределяет работу погружного насоса с определенным количеством свободного попутного нефтяного газа.

Скопление ПНГ в затрубном пространстве и повышение его давления влияет на уменьшение притока и снижение динамического уровня жидкости, образование газогидратов, рост газосодержания на приеме насоса, что в свою очередь отрицательно сказывается на работе ЭЦН. Понижение давления в затрубном пространстве скважины ниже значения линейного давления в нефтесборном коллекторе положительно влияет на оптимизацию режима работы насоса, стабилизацию работы ЭЦН и увеличение дебита нефти и газа.

Для решения данной проблемы специалистами ООО НПФ «Модуль» и ООО «СК «Навигатор» разработана, испытана и получила промышленное применение технология для снижения давления в затрубном пространстве добывающих скважин с использованием инжекторных систем. (Устройство для снижения давления газа в затрубном пространстве скважин, содержащее струйный насос. Патент № 182462.)

Суть технологии заключается в следующем:

- производится построение математической модели работы конкретной скважины, оборудованной УЭЦН;
- на основе данных математической модели производится расчет эжекторной системы.

Согласно расчету, в устьевую обвязку скважины по байпасной линии (для предотвращения внутрисменных потерь по нефти при ППР) устанавливается эжекторная система — «Устьевое струйное устройство — УСУ-1» (рис. 1).

Рабочей жидкостью для УСУ-1 выступает добываемая продукция, которая по мере прохождения через конфузур устьевого устройства создает пониженное давление в приемной камере, которая обвязана с затрубным пространством скважины. В результате газ из затрубного пространства инжектируется в выкидную линию (рис. 2), давление

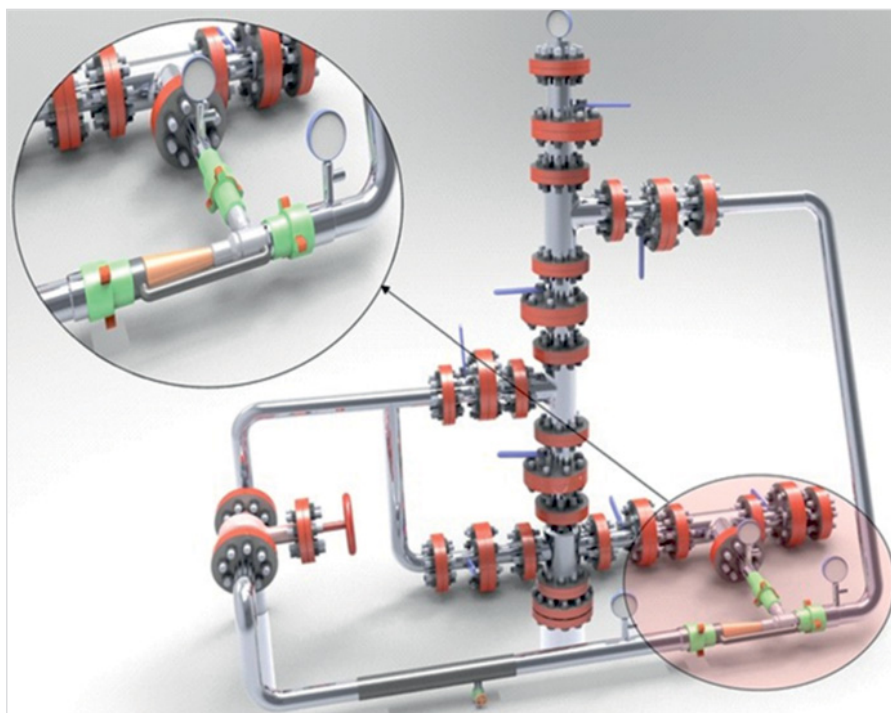


Рис. 1. УСУ в устьевой обвязке скважины

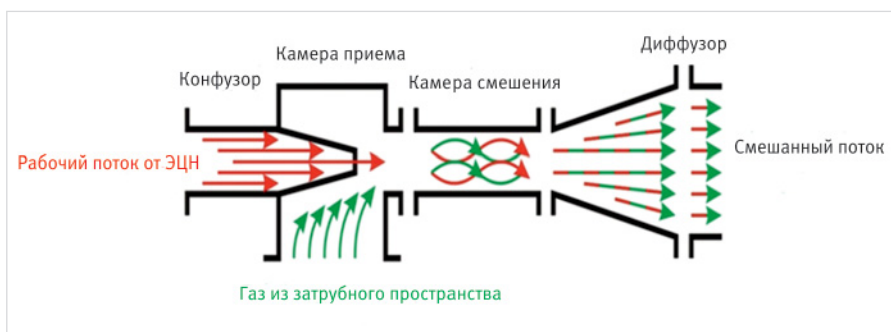


Рис. 2. Принцип работы УСУ

в затрубье снижается до значения давления в приемной камере. Тем самым из-за снижения давления в затрубном пространстве происходит повышение динамического уровня, снижение количества газа на приеме УЭЦН, что как следствие приводит к повышению эксплуатационных характеристик насоса и увеличению дебита скважины. При повышении динамического уровня возможно увеличить производительность насосной установки (увеличение выходной частоты ПЭД) с целью увеличения депрессии на пласт и получения дополнительной добычи нефти.

Область применения УСУ:

- получение дополнительной добычи нефти без проведения дорогостоящих ГТМ (скважины, потенциал которых ограничен высоким затрубным и линейным давлением);
- получение дополнительного ПНГ;
- поддержание стабильной работы скважин (работа которых осложнена нестабильной работой ЭЦН, с высокими затрубными и линейными давлениями, частыми остановками по ЗСП, с периодическим стравливанием ПНГ в атмосферу

Табл. 1. Параметры работы скважин до и после внедрения УСУ-1

Показатель	Скважина № 1		Скважина № 2		Скважина № 3		Скважина № 4	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Qж, м³/сут	57	65,5 (+11)	117,4	124,05 (+7,1)	164,9	180 (+15,1)	38,9	50 (+11,1)
Qн, т/сут	16,6	20,4 (+3,8)	79,4	81,4 (+2)	33,5	40,3 (+6,8)	11,4	14,6 (+3,2)
Рприём, атм	20	15	17,3	13,3	–	–	–	–
Рбуф, атм	14	28	14,6	41	17	40	21	55
Рлин, атм	14	14	14,6	14,3	17	17,5	21	22,5
Рзат, атм	14	1,7 (-12,3)	14,8	3 (-11,8)	17	2,4 (-14,6)	22,6	13 (-9,6)
Ндин	1 055	935 (-120)	1 037	880 (-157)	1 241	995 (-246)	1 739	1 720 (-19)
Нсп.н, м	1 080	1 080	1 040	1 040	1 301	1 301	2 130	2 130

или с постоянно открытыми затрубными задвижками);

- вывод скважин на постоянный режим работы (скважины с высоким затрубным давлением и низким динамическим уровнем, работающие в периодическом режиме);
- улучшение экологической обстановки на месторождении (отсутствует необходимость в стравливании ПНГ в атмосферу).

Технология была опробована в ведущих нефтегазодобывающих компаниях более чем на 20 месторождениях. Был получен положительный прирост по нефти от 2 до 6 т/сут (табл. 1).

На скважинах, работа которых осложнена частыми остановками по причине большого газосодержания на приеме насоса, сопровождающимися внутрисменными потерями по нефти, на скважинах, стабильная работа которых поддерживалась стравливанием ПНГ из затрубного пространства в атмосферу, удалось стабилизировать работу, закрыть затрубные задвижки.

В таблице 2 и на рисунке 3 наглядно демонстрируется изменение показателей режима работы скважины при работе устьевого струйного устройства и при отключении УСУ. При остановке УСУ происходит рост давления в затрубном пространстве до значений давления в выкидном нефтесборном коллекторе. Газосодержание на приеме насоса увеличивается, отмечается нестабильная нагрузка ПЭД и снижение дебита. Для стабилизации режима работы скважины в данном случае необходимо произвести отход по выходной частоте ПЭД. То есть уменьшить депрессию на пласт, что соответственно приводит к уменьшению дебита — ограничивает потенциал скважины.

За период проведения стендовых, а также промышленных испытаний специалистами компании были разработаны алгоритмы расчета параметров работы устьевого струйного устройства непосредственно по каждой добывающей скважине на основании геологических данных. На основании проведенных расчетов выдается заключение о степени снижения давления в затрубном пространстве в зависимости от давления в нефтесборном коллекторе, ожидаемого дополнительного прироста по жидкости, по нефти при условии положительного потенциала разрабатываемого пласта и глубинно-насосного оборудования.

На данный момент наша компания заключила ряд договоров на поставку, а также прокат с сервисным сопровождением данной технологии с такими компаниями, как ПАО «НК-Роснефть», ООО «Ритэк» (ПАО «Лукойл»). Ведутся переговоры о проведении работ с другими нефтедобывающими компаниями.

Табл. 2. Параметры работы скважины № 5 при работе через устройство и после отключения УСУ

Параметр	Скважина № 5	
	УСУ в работе	УСУ отключено
Qж, м³/сут	125 (+8)	117
Qн, т/сут	29,8 (+2,5)	27,3
Рприём, атм	24 (-15)	39
Рбуф, атм	39	28
Рлин, атм	28	28
Рзат, атм	13 (-15)	28

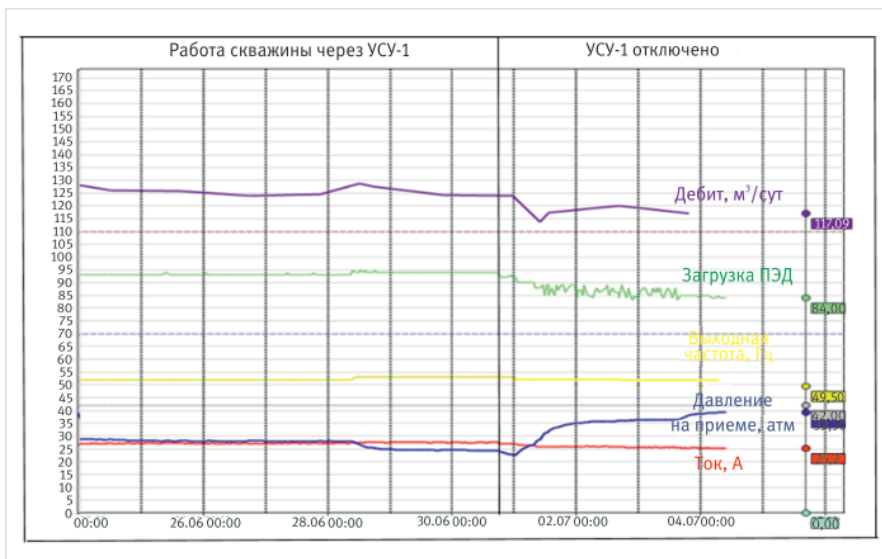


Рис. 3. Параметры работы ЭЦН на скважине № 5 при работе через устройство и после отключения УСУ

Преимуществом УСУ является его ремонтпригодность, простота обслуживания, безопасность применения из-за отсутствия подвижных узлов и наличия электричества. Стоимость проката оборудования с сервисным сопровождением технологии в 4–6 раз меньше по сравнению с компрессорными методами снижения затрубного давления в добывающих скважинах. На данный момент некоторые скважины работают через УСУ более 480 суток.

Помимо повышения эффективности эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН, получения дополнительной добычи нефти и газа, снижения влияния свободного газа на коэффициент наполнения насоса, применение устьевого струйного устройства позволяет значительно сократить выбросы ПНГ в атмосферу, улучшает экологическую обстановку на месторождениях, в том числе вблизи населенных пунктов. Помимо получения дополнительной прибыли, применение

данной технологии является инициативой в области повышения отраслевого рейтинга экологической ответственности нефтегазовых компаний России.



ООО «Научно-производственная фирма «Модуль»
РТ, г. Ленинград,
ул. Трубная, д. 15, стр. 1
Тел./факс: +7 (85595) 6-53-65,
+7 (85595) 6-53-64,
modullen@mail.ru